



⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 321 809 B1**

⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift:
15.05.91 Patentblatt 91/20

⑤① Int. Cl.⁵: **F23D 17/00, F23D 11/40,
F23R 3/02**

②① Anmeldenummer: **88120667.6**

②② Anmeldetag: **10.12.88**

⑤④ Verfahren für die Verbrennung von flüssigem Brennstoff in einem Brenner.

③⑩ Priorität: **21.12.87 CH 4980/87**

⑦③ Patentinhaber: **BBC Brown Boveri AG**
Haselstrasse
CH-5401 Baden (CH)

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.06.89 Patentblatt 89/26

⑦② Erfinder: **Keller, Jakob, Dr.**
Plattenstrasse 8
CH-5605 Dottikon (CH)
Erfinder: **Sattelmayer, Thomas, Dr.**
Hauptstrasse 108
CH-5318 Mandach (CH)
Erfinder: **Styner, Daniel**
Ausserdorf 10
CH-5705 Hallwil (CH)

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
15.05.91 Patentblatt 91/20

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI NL SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 210 462

EP 0 321 809 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren für die Verbrennung von flüssigem Brennstoff in einem Brenner ohne Vormischstrecke gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1. Sie betrifft auch ein Brenner zur Durchführung dieses Verfahrens.

STAND DER TECHNIK

Aus EP-A1-0 210 462 ist ein Brenner bekannt geworden, welcher aus mindestens zwei mit tangentialem Lufteintritt beaufschlagten doppelgekrümmten hohlen Teilkegelkörpern gebildet ist. Diese Körper sind in Strömungsrichtung entlang von kegelstrahlig nach aussen hin sich öffnenden Diagonalen gefalzt. Dabei bildet die eine gekrümmte Falzseite einen Innenkegel mit in Abströmungsrichtung zunehmender Kegelneigung, während die andere gekrümmte Falzseite einen Aussenkegel bildet, mit in Abströmungsrichtung abnehmender Kegelneigung. Die Innenkegel tragen endseitig, auf ihrer ganzen axialen Ausdehnung, je eine Brennstoffleitung für die Zuführung des gasförmigen Brennstoffes, der durch mehrere Brennstoffdüsen in den Innenraum des Brenners strömt, um sich dort mit der tangential einströmenden Verbrennungsluft zu vermischen. Der Brenner weist des weiteren eine separate Zuführung eines flüssigen Brennstoffes auf, womit man hier mit einem Dualbrenner zu tun. Die Eindüsung des flüssigen Brennstoffes ist axial auf die Aussenkegel gerichtet, dergestalt, dass sich dort, je nach Stärke der Eindüsung, einen verschiedenen langen Brennstofffilm bildet. Nebst der natürlichen Verdampfung des flüssigen Brennstoffes durch die dort herrschende Strahlungswärme, wird eine gewichtige Vermischung durch die tangential herangeführte Verbrennungsluft übernommen, welche durch ihre Drallbewegung in axialer Richtung den Brennstofffilm schichtenweise auflöst, wodurch die Erzeugung einer starken Vermischung überflüssig wird. Dadurch, dass der Impuls der Eindüsung von flüssigem Brennstoff der Last der Maschine angepasst wird, ist das Gemisch nie zu mager oder zu fett.

Zwei Ziele lassen sich damit unmittelbar erreichen:

- Die Vorzüge eines Vormischbrenners, nämlich wenig NO_x und CO, stellen sich ein.
- Eine gute Flammenstabilität in einem weiteren Betriebsbereich ist gewährleistet.

Des weiteren ergibt sich aus der konstruktiven Gestaltung dieses Brenners eine Wirbelströmung, welche im Zentrum drallarm ist, aber einen Axialgeschwindigkeitsüberschuss aufweist. Weil nun die Drallzahl in axialer Richtung stark zunimmt und am Ende des Brenners den Breakdown-Wert bzw. den kritischen Wert erreicht, ergibt dies eine positionsstabile Wirbelrückströmung.

Obwohl die Vorteile des hier gewürdigten Bren-

ners nicht wegzuleugnen sind, hat es sich doch gezeigt, dass die NO_x - und CO-Emissionswerte, obwohl sie durch seinen Einsatz bereits tiefer liegen gegenüber den gesetzlichen Grenzwerten, zukünftig substantiell vermindert werden müssen. Des weiteren hat es sich auch gezeigt, dass Verkokungsprobleme des Aussenkegels aus der Ölverbrennung nicht auszuschliessen sind, und die Brennstoffeindüsung nicht einfach zu handhaben ist.

Des weiteren ist die Öleindüsung konstruktiv relativ aufwendig gelöst. Aber auch die Gestaltung der gefalzten Kegelabschnitte und deren Abstimmung zueinander ist nicht einfach zu handhaben.

AUFGABE DER ERFINDUNG

Hier greift die Erfindung ein. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Verfahren sowie einem Brenner der eingangs genannten Arten die körperliche Ausgestaltung des Brenners zu vereinfachen und gleichzeitig die NO_x -Emissionswerte aus der vormischartigen Verbrennung von flüssigem Brennstoff zu minimieren, ohne das Strömungsfeld im Brenner mit der stabilen Wirbelrückströmzone zu verändern.

Die wesentlichen Vorteile der Erfindung hinsichtlich der Ausgestaltung sind darin zu sehen, dass im Fehlen der sonst üblichen Vormischzone keine Gefahr eines Rückzündens in den Brenner zu befürchten ist. Des weiteren entfallen die wohlbekannten Probleme bei der Einsetzung von Drallernzeugern im Gemischstrom, beispielsweise jene Unzulänglichkeiten, die durch Abbrennen von Belägen mit Zerstörung der Drallschaufeln entstehen.

Der wesentliche Vorteil der Erfindung hinsichtlich der NO_x -Emissionswerte ist darin zu sehen, dass diese schlagartig auf einen Bruchteil dessen sinken, was man bis heute als maximal erreichbar betrachtet hat. Die Verbesserung weist also nicht bloss ein paar Prozentpunkte auf, sondern man bewegt sich nun in der Grössenordnung von verschwindend kleinen 10 - 15 % der gesetzlichen Grenzwerte, womit eine ganz neue Qualitätsstufe erreicht ist.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ergibt sich aus der Möglichkeit heraus, dass der erfindungsgemässe Brenner auch in Gasturbinen eingesetzt werden kann, deren Druckverhältnis - über etwa 12 - so hoch ist, dass prinzipbedingt keine Vorverdampfung des Flüssigbrennstoffes mehr möglich ist, weil zuvor Selbstzündung des Brennstoffes einsetzen würde. Schliesslich ist der erfindungsgemässe Brenner auch noch in solchen Fällen einsetzbar, in denen keine oder nur eine für die Verdampfung unzureichende Luftvorerwärmung erreicht werden kann.

Nicht zuletzt ist ein wesentlicher Vorteil der Erfindung auch darin zu sehen, dass der erfindungsgemässe Brenner aus wenigen Bestandteilen besteht, die einfach herzustellen und zu montieren sind.

Vorteilhafte und zweckmässige Weiterbildungen der erfindungsgemässen Aufgabenlösung sind in den abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet.

Im folgenden wird anhand der Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind fortgelassen. Die Strömungsrichtungen der verschiedenen Medien sind mit Pfeilen angegeben. In den verschiedenen Figuren sind jeweils gleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

Es zeigt:

Fig. 1 einen Brenner in perspektivischer Darstellung, entsprechend aufgeschnitten und
Fig. 2, 3, 4 entsprechende Schnitte durch die Ebenen II-II (Fig. 2), III-III (Fig. 3) und IV-IV (Fig. 4), wobei diese Schnitte nur eine schematische, vereinfachte Darstellung des Brenners sind.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Um den Aufbau des Brenners besser zu verstehen, ist es von Vorteil, wenn der Leser gleichzeitig zu Fig. 1 die einzelnen Schnitte nach Fig. 2-4 heranzieht. Des weiteren, um Fig. 1 nicht unnötig unübersichtlich zu gestalten, sind in ihr die nach Fig. 2-4 schematisch gezeigten Leitbleche 21a, 21b nur andeutungsweise aufgenommen worden. Im folgenden werden auch bei der Beschreibung von Fig. 1 wahlweise, nach Bedarf, auf die restlichen Fig. 2-4 hingewiesen.

Der Brenner gemäss Fig. 1 besteht aus zwei halben hohlen Teilkegelkörpern 1, 2, die versetzt zueinander aufeinander liegen. Die Versetzung der jeweiligen Mittelachse 1b, 2b der Teilkegelkörper 1, 2 zueinander schafft auf beiden Seiten in spiegelbildlicher Anordnung jeweils einen tangentialen Lufteintrittsschlitz 19, 20 frei, (Fig. 2-4), durch welche die Verbrennungsluft 15 in den Innenraum des Brenners, d.h. in den Kegelhohlraum 14 strömt. Die beiden Teilkegelkörper 1, 2 haben je einen zylindrischen Anfangsteil 1a, 2a, die ebenfalls analog den Teilkegelkörpern 1, 2 versetzt zueinander verlaufen, so dass die tangentialen Lufteintrittsschlitze 19, 20 vom Anfang an vorhanden sind. In diesem zylindrischen Anfangsteil 1a, 2a ist eine Düse 3 untergebracht, deren Brennstoffeindüsung 4 mit dem engsten Querschnitt des durch die zwei Teilkegelkörper 1, 2 gebildeten kegeligen Hohlraumes 14 zusammenfällt. Selbstverständlich kann der Brenner rein kegelig, also ohne zylindrische Anfangsteile 1a, 2a, ausgeführt sein. Beide Teilkegelkörper 1, 2 weisen je eine Brennstoffleitung 8, 9 auf, die mit Öffnungen 17 versehen sind, durch welche der gasförmige Brennstoff 13, der durch die tangentialen Lufteintrittsschlitze 19, 20 strö-

menden Verbrennungsluft 15 zugemischt wird. Die Lage dieser Brennstoffleitungen 8, 9 geht schematisch aus Fig. 2-4 hervor: Die Brennstoffleitungen 8, 9 sind am Ende der tangentialen Lufteintrittsschlitze 19, 20 angebracht, so dass dort auch die Zumischung 16 des gasförmigen Brennstoffes 13 mit der einströmenden Verbrennungsluft 15 stattfindet. Brennraumseitig 22 weist der Brenner eine kragenförmige als Verankerung für die Teilkegelkörper 1, 2 dienende Abschlussplatte 10 mit einer Anzahl Bohrungen 11 auf, durch welche nötigenfalls Verdünnungsluft bzw. Kühlluft 18 dem vorderen Teil des Brennraumes 22 bzw. dessen Wand zugeführt werden kann. Der durch die Düse 3 strömende flüssige Brennstoff 12 wird in einem spitzen Winkel in den Kegelhohlraum 14 eingedüst, dergestalt, dass sich in der Brenneraustrittsebene ein möglichst homogener kegeliger Brennstoffspray einstellt, wobei streng darauf zu achten ist, dass die Innenwände der Teilkegelkörper 1, 2 vom eingedüsten flüssigen Brennstoff 12 nicht benetzt werden. Bei der Brennstoffeindüsung 4 kann es sich um eine luftunterstützte Düse oder um einen Druckzerstäuber handeln. Das kegelige Flüssigbrennstoffprofil 5 wird von einem tangential einströmenden rotierenden Verbrennungsluftstrom 15 umschlossen. In axialer Richtung wird die Konzentration des Flüssigbrennstoffes 12 fortlaufend durch die eingemischte Verbrennungsluft 15 abgebaut. Wird gasförmiger Brennstoff 13/16 verbrannt, geschieht die Gemischbildung mit der Verbrennungsluft 15 direkt am Ende der Lufteintrittsschlitze 19, 20. Bei der Eindüsung von flüssigem Brennstoff 12 wird im Bereich des Wirbelaufplatzens, also im Bereich der Rückströmzone 6, die optimale, homogene Brennstoffkonzentration über den Querschnitt erreicht. Die Zündung erfolgt an der Spitze der Rückströmzone 6. Erst an dieser Stelle kann eine stabile Flammenfront 7 entstehen. Ein Rückschlag der Flamme ins Innere des Brenners, wie dies bei Vormischstrecken latent der Fall ist, wogegen dort mit komplizierten Flammenhaltem Abhilfe gesucht wird, ist hier nicht zu befürchten. Ist die Verbrennungsluft 15 vorgeheizt, so stellt sich eine natürliche Verdampfung des flüssigen Brennstoffes 12 ein, bevor der Punkt am Ausgang des Brenners erreicht ist, an dem die Zündung des Gemisches stattfinden kann. Der Grad der Verdampfung ist selbstverständlich von der Grösse des Brenners, der Tropfengrössenverteilung und der Temperatur der Verbrennungsluft 15 abhängig. Unabhängig aber davon, ob neben der homogenen Tropfenvermischung durch Verbrennungsluft 15 niedriger Temperatur oder zusätzlich nur eine partielle oder die vollständige Tropfenverdampfung durch vorgeheizte Verbrennungsluft 15 erreicht wird, fallen die Stickoxid- und Kohlenmonoxidemissionen niedrig aus, wenn der Luftüberschuss mindestens 60 % beträgt. Im Falle der vollständigen Verdampfung vor dem Eintritt in die Verbrennungszone sind die Schadstoffe-

missionswerte am niedrigsten. Gleiches gilt auch für den nahstöchiometrischen Betrieb, wenn die Ueberschussluft durch rezirkulierendes Abgas ersetzt wird. Bei der Gestaltung der Teilkegelkörper 1, 2 hinsichtlich Kegelneigung und der Breite der tangentialen Lufteintrittsschlitze 19, 20 sind enge Grenzen einzuhalten, damit sich das gewünschte Strömungsfeld der Luft mit ihrer Rückströmzone 6 im Bereich der Brennermündung zur Flammenstabilisierung einstellt. Allgemein ist zu sagen, dass eine Verkleinerung der Lufteintrittsschlitze 19, 20 die Rückströmzone 6 weiter stromaufwärts verschiebt, wodurch dann allerdings das Gemisch früher zur Zündung käme. Immerhin ist hier zu sagen, dass die einmal geometrisch fixierte Rückströmzone 6 an sich positionsstabil ist, denn die Drallzahl nimmt in Strömungsrichtung im Bereich der Kegelform des Brenners zu. Die Konstruktion des Brenners eignet sich vorzüglich, bei vorgegebener Baulänge des Brenners, die Grösse der tangentialen Lufteintrittsschlitze 19, 20 zu verändern, indem die Teilkegelkörper 1, 2 anhand einer lösbaren Verbindung mit der Abschlussplatte 10 fixiert sind. Durch radiale Verschiebung der beiden Teilkegelkörper 1, 2 zu- oder auseinander verkleinert bzw. vergrößert sich der Abstand der beiden Mittelachsen 1b, 2b, und dementsprechend verändert sich die Spaltgrösse der tangentialen Lufteintrittsschlitze 19, 20, wie dies aus Fig. 2-4 besonders gut hervorgeht. Selbstverständlich sind die Teilkegelkörper 1, 2 auch in einer anderen Ebene zueinander verschiebbar, wodurch sogar eine Ueberlappung derselben angesteuert werden kann. Ja, es ist sogar möglich, die Teilkegelkörper 1, 2 durch eine gegenläufige drehende Bewegung spiralartig ineinander zu verschieben. Somit hat man es in der Hand, die Form und die Grösse der tangentialen Lufteintritte 19, 20 beliebig zu variieren, womit der Brenner ohne Veränderung seiner Baulänge universell einsetzbar ist.

Aus Fig. 2-4 geht auch die Lage der Leitbleche 21a, 21b hervor. Sie haben Strömungseinleitungsfunktionen, wobei sie, verschieden lang, das jeweilige Ende der Teilkegelkörper 1 und 2 in Anströmungsrichtung der Verbrennungsluft 15 verlängern. Die Kanalisierung der Verbrennungsluft in den Kegelhohlraum 14 kann durch Öffnung bzw. Schliessung der Leitbleche 21a, 21b um den Drehpunkt 23 optimiert werden, insbesondere ist dies dann vonnöten, wenn die ursprüngliche Spaltgrösse der tangentialen Lufteintrittsschlitze 19, 20 verändert wird.

Ansprüche

1. Verfahren für die Verbrennung von flüssigem Brennstoff in einem Brenner ohne Vormischstrecke, wobei im Innenraum (14) des Brenners eine in Strömungsrichtung sich ausbreitende, die Wände des Innenraumes (14) nicht benetzende kegelförmige

Flüssigbrennstoffsäule (5) gebildet wird, welche von einem tangential in den Brenner einströmenden rotierenden Verbrennungsluftstrom (15) umschlossen wird, die Zündung des Gemisches am Ausgang des Brenners stattfindet, und im Bereich der brennemündung durch eine Rückströmzone (6) die Flamme stabilisiert wird.

2. Brenner zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, bestehend aus hohlen, sich zu einem Körper ergänzenden Teilkegelkörpern, mit tangentialen Lufteintrittsschlitzen und Zuführungen für gasförmige und flüssige Brennstoffe, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittelachsen (1b, 2b) der hohlen Teilkegelkörper (1, 2) eine in Strömungsrichtung sich erweiternde Kegelneigung aufweisen und in Längsrichtung zueinander versetzt verlaufen, dass im von den Teilkegelkörpern (1, 2) gebildeten kegelförmigen Innenraum (14) am Brennerkopf eine Brennstoffdüse (3) plaziert ist, deren Brennstoffeindüsung (4) in der Mitte der Verbindungslinie der zueinander versetzten Mittelachsen (1b, 2b) der Teilkegelkörper (1, 2) liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Verbrennungsluftstrom (15) vorgängig seiner Einströmung in den Innenraum (14) des Brenners gasförmiger Brennstoff (13/16) zugeführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei nahstöchiometrischem Betrieb die Ueberschussluft im Verbrennungsluftstrom (15) durch rezirkulierendes Abgas ersetzt wird.

5. Brenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilkegelkörper (1, 2) zu- oder voneinander verschiebbar sind.

6. Brenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffeindüsung (4) eine luftunterstützte Düse ist.

7. Brenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Düse (3) ein Druckzerstäuber ist.

8. Brenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilkegelkörper (1, 2) anströmungsseitig mit beweglichen Leitblechen (21a, 21b) versehen sind.

Claims

1. Process for combustion of liquid fuel in a burner without a premixing section, wherein, in the interior (14) of the burner, a conical column (5) of liquid fuel, which widens in the direction of flow and does not wet the walls of the interior (14) and which is surrounded by a rotating stream (15) of combustion air which flows tangentially into the burner is formed, ignition of the mixture starts at the burner outlet, and the flame is stabilised in the region of the burner outlet by means of a backflow zone (6).

2. Burner for carrying out the process according

to Claim 1, consisting of hollow part-cone bodies making up a complete body, having tangential air inlet slots and feed channels for gaseous and liquid fuels, characterised in that the centre axes (1b, 2b) of the hollow part-cone bodies (1, 2) have a cone angle increasing in the direction of flow and run in the longitudinal direction at a mutual offset, in that a fuel nozzle (3), the fuel injection (4) of which is located in the middle of the connecting line of the mutually offset centre axes (1b, 2b) of the part-cone bodies (1, 2), is placed at the burner head in the conical interior (14) formed by the part-cone bodies (1, 2).

3. Process according to Claim 1, characterised in that gaseous fuel (13/16) is fed to the combustion air stream (15) before the latter flows into the interior (14) of the burner.

4. A process according to Claim 1, characterised in that, in near-stoichiometric operation, the excess air in the combustion air stream (15) is replaced by recirculating exhaust gas.

5. Burner according to Claim 2, characterised in that the part-cone bodies (1, 2) are displaceable towards or away from each other.

6. Burner according to Claim 2, characterised in that the fuel injection (4) is an air-assisting nozzle.

7. Burner according to Claim 2, characterised in that the nozzle (3) is a pressure atomiser.

8. Burner according to Claim 2, characterised in that the part-cone bodies (1, 2) are provided with movable baffles (21a, 21b) on the inflow side.

gicteur (4) se trouve au milieu de la ligne reliant les axes (1b, 2b) des corps coniques partiels (1, 2) déportés l'un par rapport à l'autre.

3. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'on introduit un combustible gazeux (13/16) dans le courant d'air de combustion (15) avant son entrée dans le volume intérieur (14) du brûleur.

4. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'en marche quasi-stoechiométrique, l'air excédentaire est remplacé par des gaz d'échappement recyclés dans le courant d'air de combustion (15).

5. Brûleur suivant la revendication 2, caractérisé en ce que les corps coniques partiels (1, 2) peuvent être rapprochés ou éloignés l'un de l'autre.

6. Brûleur suivant la revendication 2, caractérisé en ce que le gicteur (4) est un injecteur avec air d'appoint.

7. Brûleur suivant la revendication 2, caractérisé en ce que l'injecteur (3) est un pulvérisateur à haute pression.

8. Brûleur suivant la revendication 2, caractérisé en ce que les corps coniques partiels (1, 2) sont pourvus de déflecteurs mobiles (21a, 21b) du côté de la naissance de l'écoulement.

Revendications

1. Procédé pour la combustion de combustible liquide dans un brûleur sans zone de prémélange, dans lequel on forme, dans le volume intérieur (14) du brûleur, une colonne (5) de combustible liquide en forme de cône s'évasant dans le sens de l'écoulement et ne mouillant pas les parois du volume intérieur (14), laquelle est enveloppée par un courant d'air de combustion (15) rotatif pénétrant tangentiellement dans le brûleur, où l'allumage du mélange se produit à la sortie du brûleur et où la flamme est stabilisée dans la région de l'embouchure du brûleur par une zone de courant inverse (6).

2. Brûleur pour la mise en oeuvre du procédé de la revendication 1, se composant de corps coniques partiels creux qui se complètent pour former un corps, avec des fentes d'entrée d'air tangentielles et des moyens d'alimentation pour des combustibles gazeux et liquides, caractérisé en ce que les axes (1b, 2b) des corps coniques partiels creux (1, 2) présentent une conicité s'évasant dans le sens de l'écoulement et sont déportés l'un par rapport à l'autre en direction longitudinale, en ce que, dans le volume intérieur conique (14) formé par les corps coniques partiels (1, 2) est disposé un injecteur de combustible (3) dont le



